

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Bakalářská práce

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Chladicí hubice s hrotovým chladicím prvkem

Nosepiece with Spiky Cooling Element

Student:

Michal Schöň

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zdeněk Noga, CSc.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Schön**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2302R010 Konstrukce strojů a zařízení**
Specializace: **21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení**
Téma: **Chladicí hubice s hrotovým chladicím prvkem
Nosepiece with Spiky Cooling Element**
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

Pro potřebu medicíny navrhnete chladicí hubici s hrotovým chladicím prvkem. Při zpracování návrhu vycházejte z českého patentového spisu 303 114 a 306 091.

Proveďte :

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrženého zařízení a nezbytnými výpočty ve členění – upřesnění zadání, seznam požadavků, funkční struktura, morfologická matice, orgánová a hrubá stavební struktura.
2. 3D model konstrukčního návrhu zařízení.
3. Výrobní výkresovou dokumentaci zařízení.

Rozsah výtahu z rešerše z Bakalářského projektu v textové části práce cca 5str., rozsah výkresové části min. 1A0

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

HUBKA, V. *Konstrukční nauka*. Zürich: Heurista, 1995, 105s. ISBN 80-90 1135-0-8

Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce. FS_SME_05_003 verze: G

LITERÁRNÍ REŠERŽE – zpracovaná v rámci Bakalářského projektu.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Noga, CSc.**

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: _____

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠBTUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO. • bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: _____

Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Michal Schön

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Alžírská 1511/13, Ostrava 70800

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

SCHÖN, MICHAL *Chladicí hubice s hrotovým chladicím prvkem*

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, obor Konstrukce výrobních strojů a zařízení, akademický rok 2018–2019.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

Bakalářská práce se zabývá návrhem kryogenního zařízení s chlazeným hrotovým prvkem (hubicí), za účelem lokální destrukce tkáně. Kryogenní zařízení je určeno pro veterinární a medicínskou oblast, pro léčení kožních onemocnění, se záměrem nahradit stávající zařízení pracující na bázi tekutého N₂. Na zpracovaný State of art navazuje stanovení technického procesu na bázi elektronických prvků, umožňujících řízení pracovní teploty chlazeného hrotu, funkční struktura, morfologická matice, stanovení tří orgánových struktur, a výběr konceptu dle zvolených kritérií jež rozpracován do 3D čisté stavební struktury, jež je podložena výpočty a teplotními simulacemi.

The bachelor thesis deals with the design of cryogenic device with cooled tip element for the purpose of local tissue destruction. The cryogenic device is intended for the veterinary and medical fields for the treatment of skin diseases, with the intention of replacing the existing liquid N₂-based device. The State of Art is followed by the determination of a technical process based on electronic elements, enabling the control of the working temperature of the chilled tip, the functional structure, the morphological matrix, the determination of three organ structures, and the selection of the concept according to selected criteria, which are elaborated into 3D pure building structure, which is supported by calculations and temperature simulations.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	11
Seznam obrázků	13
Zadání	15
Obsah Bakalářské práce:	15
1. Úvod	16
2. Rešerše	17
2.1. Současné způsoby chlazení:	17
2.1.1. Ledování chladicími bandážemi	17
2.1.2. Studená kompresní terapie	18
2.1.3. Chlazení chladicím sprejem	18
2.1.4. Skotské vstříky	19
2.1.5. Metoda léčby tekutým dusíkem	20
2.1.6. Princip léčby tekutým dusíkem	21
2.2. Mrazicí nástroje	22
2.2.1. Kryokauter SMT CRYO – S	22
2.2.2. Kryosprej SMT CS1	22
2.2.3. Kryochirurgický operační systém SMT 450	23
2.3. Konzultace s odborným lékařem	23
2.4. Zhodnocení rešerše	24
3. Konstrukční návrh	25
3.1. Upřesnění zadání	25
3.2. Specifikace požadavku na chladicí hubici	25
3.3. Kritéria pro hodnocení	30
3.4. Transformační proces	30
3.5. Technický proces	31
3.6. Funkční struktura	32
3.7. Hierarchický funkční strom	33
3.8. Blokové schéma	34

3.9.	Morfologická matice	35
3.10.	Vyhodnocení orgánových struktur	36
3.11.	Hrubá stavební struktura	37
3.12.	Čista stavební struktura	38
4.	Konstrukční návrh jednotlivých částí chladicí hubice	39
4.1.	Výpočet Chladivého výkonu	39
4.1.1.	Tepelná bilance	39
4.1.2.	Rychlost proudění kapaliny	Chyba! Záložka není definována.
4.1.3.	Průtok potrubím	Chyba! Záložka není definována.
4.1.4.	Prandtlovo číslo	Chyba! Záložka není definována.
4.1.5.	Reynoldsovo číslo	Chyba! Záložka není definována.
4.1.6.	Nusseltovo číslo:	Chyba! Záložka není definována.
4.1.7.	Tepelný tok a hustota tepelného toku	Chyba! Záložka není definována.
4.1.8.	Tlakové ztráty	Chyba! Záložka není definována.
4.1.9.	Stanovení dopravní výšky cirkulačního čerpadla	Chyba! Záložka není definována.
4.2.	Návrh jednotlivých dílů chladicí hubice	46
4.2.1.	Chladicí hrot	Chyba! Záložka není definována.
4.2.2.	Úprava chladicího hrotu	Chyba! Záložka není definována.
4.2.3.	Měděná kruhová tyč (Mezikus I)	Chyba! Záložka není definována.
4.2.4.	Izolace chladicí hubice	Chyba! Záložka není definována.
4.2.5.	Kaskáda z Peltiérových článků	Chyba! Záložka není definována.
4.2.6.	Blok čtvercového tvaru	Chyba! Záložka není definována.
4.2.7.	Chladicí Peltiérův článek	Chyba! Záložka není definována.
4.2.8.	Návrh vodního chladicího Peltiérova článku	52
4.2.9.	Přiruba chladicí hubice	Chyba! Záložka není definována.
4.3.	Montáž chladicí hubice	Chyba! Záložka není definována.
4.4.	Tepelná simulace	54
4.4.1.	Verze A	Chyba! Záložka není definována.

4.4.2. Verze B: _____ **Chyba! Záložka není definována.**

4.4.3. Verze C: _____ **Chyba! Záložka není definována.**

5.	Závěr	58
6.	Poděkování	58
7.	Použitá literatura	59

Seznam použitých značek a symbolů

P_{chl}	Chladivý výkon	[W]
S	Plocha	[m ²]
S	Teplostěnná plocha kanálu	[m ²]
t	Teplota	[°C]
$t_{okolí}$	Teplota okolí	[°C]
$t_{stěny}$	Teplota stěny	[°C]
t_1	Teplota stěny	[°C]
t_2	Teplota vzduchu	[°C]
Q	Akumulované teplo	[J]
$\phi_{těla}$	Výkon těla	[W]
ϕ	Hustota tepelného toku	[W]
Φ	Tepelný tok	[W . m ⁻²]
τ	Čas	[s]
α	Součinitel přestupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
$\alpha_{okolí}$	Součinitel přestupu tepla z okolí	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
m	Hmotnost	[kg]
m_{Ag}	Hmotnost stříbra	[kg]
m_{H_2O}	Hmotnost vody	[kg]
c_p	Měrná tepelná kapacita	[J . kg ⁻¹ .K ⁻¹]
$c_{p_{H_2O}}$	Měrná tepelná kapacita vody	[J . kg ⁻¹ .K ⁻¹]
$c_{p_{Ag}}$	Měrná tepelná kapacita stříbra	[J . kg ⁻¹ .K ⁻¹]
w	Rychlost	[m . s ⁻¹]
w	Rychlost proudění kapaliny	[m . s ⁻¹]
π	Ludolfovo číslo	[-]
π	Ludolfovo číslo	[-]

d.....	Průměr potrubí	[m]
Q.....	Průtok potrubím	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
Pr.....	Prandtlovo číslo	[-]
η	Dynamická viskozita	[Pa . S]
Λ	Tepelná vodivost	[W . $m^{-2} \cdot K^{-1}$]
Re.....	Reynoldsovo číslo	[-]
D _h	Hydraulický průměr trubice	[m]
ν	Kinematická viskozita	[$10^{-6} m^2 s^{-1}$]
Nu.....	Nusseltovo číslo	[-]
L.....	Charakteristický rozměr	[m]
ΔP_F	Tlaková ztráta místních odporů	[kPa]
n.....	Počet posuzovaných úseků	[-]
R.....	Délková ztráta třením	[kPa/m]
ΔP_{RF}	Tlakové ztráty	[kPa/m]
g.....	Tíhové zrychlení	[m/s ²]
H.....	Dopravní výška čerpadla	[m]

Seznam obrázků

Obrázek 1: Chladicí bandáž [2].....	16
Obrázek 2: Studená kompresní terapie [3].....	17
Obrázek 3: Chladicí sprej [4].....	17
Obrázek 4: Kryosprej [6].....	19
Obrázek 5: Dewarova nádoba na kapalný dusík [6].....	19
Obrázek 6: Povrchové chlazení nástřikem kapalného dusíku [7].....	20
Obrázek 7. Povrchové chlazení dotykem hrotu [7].....	20
Obrázek 8. Kryokauter SMT CRYO – S [8].....	21
Obrázek 9. Kryosprej SMT CS1 [9].....	21
Obrázek 10. Kryochirurgický operační systém SMT – 450 [10].....	22
Obrázek 11. Schéma transformačního procesu [11]	22
Obrázek 12. Chladicí hubice-technický proces (blokové schéma) [11].....	30
Obrázek 13. Hierarchický funkční strom [11].....	32
Obrázek 14. Blokové schéma [11].....	33
Obrázek 15. Hrubá stavební struktura [11].....	36
Obrázek 16. Čistá stavební struktura – Hlavní pohled [11].....	37
Obrázek 17. Čistá stavební struktura – Boční pohled [11].....	37
Obrázek 18. Čistá stavební struktura – Horní pohled [11].....	38
Obrázek 19. Řez chladicí hubicí [11].....	38
Obrázek 20. Tepelná bilance – Znázornění přestupu tepla [12].....	39
Obrázek 21. Chladivý výkon v čase.....	41
Obrázek 22. Chladicí hrot.....	45
Obrázek 23. Upravený chladicí hrot.....	46
Obrázek 24. Měděný mezikus I.....	46
Obrázek 25. Izolace chladicí hubice.....	47

Obrázek 26. Izolace chladicí hubice (řez).....	47
Obrázek 27. Kaskáda z Peltierových prvků [16].....	48
Obrázek 28. Schéma Kaskádovitého uspořádání Peltierových článků [16].....	48
Obrázek 29. Měděný blok (Mezikus II).....	49
Obrázek 30. Výřez měděného bloku.....	49
Obrázek 31. Peltierův článek [17].....	50
Obrázek 32. Vodní chladič [18].....	50
Obrázek 33. Příruba chladicí hubice.....	51
Obrázek 34. Montáž chladicí hubice-řez.....	52
Obrázek 35. Prostředí programu Ansys Workbench.....	53
Obrázek 36. Teplotní simulace Verze A.....	54
Obrázek 37. Teplotní simulace Verze A – řez.....	54
Obrázek 38. Teplotní simulace Verze B.....	55
Obrázek 39. Teplotní simulace Verze B-řez.....	55
Obrázek 40. Teplotní simulace Verze C.....	56
Obrázek 41. Teplotní simulace Verze C-řez.....	57

Zadání

Pro potřebu medicíny navrhnete chladicí hubici s hrotovým chladicím prvkem. Při zpracování návrhu vycházejte z českého patentového spisu 303 114 a 306 091.

Obsah Bakalářské práce:

Technická zpráva s popisem funkce navrženého zařízení a nezbytnými výpočty ve členění upřesnění zadání, seznam požadavků, funkční struktura, morfologická matice, orgánová struktura a hrubá stavební struktura.

1. Úvod

Cílem bakalářské práce je návrh chladicího zařízení s lokální chladicí hubicí, která je určena pro medicínskou oblast, zejména oblast stomatologickou, oční nebo kožní. . V současnosti existuje mnoho zařízení podobného typu, avšak méně zaměřené na lokální chlazení. Nejčastěji se využívá lokální chlazení tkáně dusíkem, které je provozně nákladné a nebezpečné, a navíc dusík má stálou teplotu -197 stupňů.

Důležitým prvkem návrhu zařízení je Peltiérův článek, který funguje na bázi Peltiérova jevu, který objevil v roce 1834 Jean C. Peltier. Peltiérovy články jsou umístěny v chladicí hubici, aby zajistily chladivý efekt a jsou izolovány od okolí.

Regulace teploty funkční části navrhovaného zařízení odstraňuje nedostatek stávajících zařízení pracujících na principu tekutého dusíku, neboť umožňuje řízení teploty jeho funkční části.

1.1. Popis léčby chladem

Při léčbě chladem se z těla odebírá teplo, nikoli se do těla nekládá chlad. Z příčiny různých úrazů nastává poškození tkáně, které zapříčiní vznik následných zánětu nebo otoků v této povrchové oblasti. Je to velice složitý proces, během něhož se do tkáně dostávají různé chemické látky jak z krve, tak z poškozených a rozpadlých buněk. Cévy se rozšíří (vazodilatace) a proudí jimi velké množství "horké" krve, z krve a poškozených buněk se do prostoru dostávají tzv. chemické mediátory zánětu (cytokiny) a různé jiné metabolity. Postižené místo a jeho okolí oteče, zčervená, hřeje a bolí. Pokud počínající zánět ihned dostatečně ochladíme, způsobíme zúžení cév (vazokonstrikci), takže omezíme přísun krve do postiženého místa, tím otok vůbec nevznikne nebo se minimalizuje.[1]

Celková léčba chladem se rozděluje na hypotermii a kryoterapii, která využívá vyšších nebo nižších teplot, které se pohybují okolo -100°C . Když se jedná o teploty nižší jak -100°C hovoříme o léčebné metodě, jako o hypotermii, nýbrž při teplotě vyšší než -100°C hovoříme o stimulační kryoterapii neboli kryostimulaci, tudíž se jedná o kryoterapii. [1]

Na tyto nízké teploty reaguje organismus celkovou reakcí. Při léčebném chlazení nastává prokrvení, a to způsobuje zásobení tkání kyslíkem, poté se aktivuje celkový metabolismus a odplaví se veškeré škodlivé látky pouze krevní cestou. Snižuje se také vnímání bolesti.

Smysl lokální kryoterapie spočívá v přesném provedení chlazení na postiženou tkáň, a tudíž přesné dávky chladu, podle rozsahu poškození. Celková kryoterapie působí pozitivně na organismus z důvodu buněčné regenerace jako například odplavování hormonů a další úpravy metabolických procesů. [1]

1.2. Nejčastější účinky lokálního chlazení:

- Snížení aktivity zánětlivých procesů.
 - Zmenšení otoků.
 - Urychlení hojení poraněných oblastí.
 - Pooperační rehabilitace.
 - Úleva od bolesti.
 - Popáleniny – zmírnění teplotního šoku.
 - Odstraňování svalových křečí.
 - Léčba onemocnění svalů, šlach, podvrtnutí, mezižeberních nervů, sedacích nervů, bolesti v kříži a parézy.
 - Kosmetické terapie – odstranění celulitidy, akné a jemných vrásek v obličeji.
- [1]

2. Rešerše

2.1. Současné způsoby chlazení:

2.1.1. Ledování chladicími bandážemi

Je to nejjednodušší a nejlevnější způsob chlazení různých otoků, namoženin, nebo i bolestech hlavy. Tyto bandáže se používají jako chladicí nebo i hřející obklady. Nedoporučuje se chlazení přímo na holou kůži. [2]



Obr 1. Chladicí bandáž. [2]

2.1.2. Studená kompresní terapie

Známa také jako hipoterapie, kombinuje dva principy odpočinku, ledu, komprese, elevaci za účelem snížení bolesti a otoku ze sportovního nebo aktivního zranění měkkých tkání.

Zařízení, které cirkuluje ledovou vodou přes podložku s pneumatickým přitlakem. Obvodové zábaly, kterými protéká ochlazená voda. [3]



Obr 2. Studená kompresní terapie [3]

2.1.3. Chlazení chladicím sprejem

Chladicí sprej se používá pro okamžité zchlazení obvodů a součástí až na -65°C . Díky ochlazení obvodu lze snadno identifikovat zdroj nadměrného tepla, které je obvykle způsobeno vadnou součástí. Vhodný také na ochlazení součástí, které jsou citlivé na vysokou teplotu před jejich pájením – tedy jejich ochranu před zničením. Dále lze chladicí sprej využít při kontrole a nastavování term spínačů, termistorů, tepelných měřicích sond a senzorů teploty. Použít lze také na odhalování studených spojů. [4]



Obr 3. Chladicí sprej [4]

2.1.4. Skotské vstříky

Skotské vstříky využívají tryskových proudů kombinaci studené a horké vody. Je to stimulující procedura, při které se aplikace proudem provádí ve vzdálenosti tři až čtyř metrů. Pro počátek teplého vstříku v rozmezí teploty vody bývá (38 °C–42 °C), po dobu 30 sekund. Poté následuje studený vstřík v rozmezí teplot (16 °C–18 °C) po dobu 5-10 sekund. Procedura se opakuje několikrát dokola. Začíná se v oblasti horních a dolních končetin, poté zbytek těla kromě oblasti poprsí a genitálií. Vždy se zakončuje studeným vstříkem. [5]

Pozitivní účinky této procedury jsou tonizace a stimulace pokožky, zlepšení prokrvení tkání, odplavení organismu, podpora zdravého metabolismu, imunostimulační účinky.

Indikace: onemocnění pohybového aparátu, bolesti svalů, únava, funkční poruchy prokrvení, neurovegetativní dystonie, pro psychickou a tělesnou regeneraci a relaxaci, potřeba posílení nespecifických imunitních mechanismů organismu. [5]

2.1.5. Metoda léčby tekutým dusíkem

Ze vzduchu se průmyslově vyrábí pro medicínské i další obory dusík kapalný. Kapalný dusík je tekutina s bodem varu $-195,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dusík přečerpává z Dewarovy nádoby do ručního přístroje (kryosprej) nebo do velkého přístroje kryokauteru. [6]

Léčba kapalným dusíkem využívá minusových teplot a patří mezi fyzikální terapeutické metody. Na kožní ambulanci se kapalný dusík používá na kryostimulaci kůže (např. k léčbě některých ložiskových vypadávání vlasů) nebo na povrchovější destrukční ošetření kůže (změny kůže v souvislosti s chronickým působením UV záření, například solární keratózy, ploché virové bradavice na obličeji aj.), nebo na hlubší kryodestrukci kůže (virové bradavice na končetinách a některé kožní útvary). [6]



Obr 4. Kryosprej [6]



Obr 5. Dewarova nádoba na kapalný dusík [6]

Před léčbou tekutým dusíkem se neprovádí lokální anestezie (znecitlivění) injekcí s chemickou znecitlivující látkou. Tekutý dusík dokonce sám ovlivňuje (snižuje) citlivost kůže a také se může používat jako kryoanestezie (například před povrchovým chirurgickým zákrokem se povrch kůže může zmrazit tekutým dusíkem, pro menší bolestivost). Využití kryoanestezie je omezeno pouze na některé zákroky. [6]

2.1.6. Princip léčby tekutým dusíkem



Obr 6. Povrchové chlazení nástřikem kapalného dusíku [7]



Obr 7. Povrchové chlazení dotykem hrotu [7]

2.2. Mrazicí nástroje

2.2.1. Kryokauter SMT CRYO – S

Kryochirurgický neelektrický přístroj sloužící k destrukci živé tkáně. Využívá rychlé a účinné metody zmrazení tkáně na teplotu $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$ kapalným dusíkem. Pro zákroky používá celou řadu vyměnitelných nadstavců. [8]

Výrobce: SMT Praha

Cena: 162 140,- Kč



Obr 8. Kryokauter SMT CRYO – S [8]

2.2.2. Kryosprej SMT CS1

Dermatologický neelektrický přístroj určený pro destrukci menších kožních nedokonalostí. K destrukci tkáně se přístroj využívá lokálního zmrazením tkáně formou stříku kapalného dusíku. [9]



Obr 9. Kryosprej SMT CS1 [9]

Výrobce: SMT Praha

Cena: 24 188,- Kč

2.2.3. Kryochirurgický operační systém SMT 450

Elektronické zařízení s automatickým ovládáním prvků (Zmražení tkáně až na $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$). Zařízení obsahuje předvolbu rychlosti zmražení i ohřevu. Lékař před zákrokem nemusí nastavovat vhodný program, neboť je zařízení plně automatické, stačí pouze sešlápnout nožní pedál. [10]



Obr 10. Kryochirurgický operační systém SMT- 450[10]

Výrobce: SMT Praha

Cena: 304 920,- Kč

2.3. Konzultace s odborným lékařem

Konzultace s Prim. MUDr. Veronikou Pallovou proběhla 09.12.2017 na kožním oddělení SNO.

V rámci konzultace byla řešena problematika, týkající se problému kožního onemocnění. Tyto kožní onemocnění se léčí zmražením tkáně dusíkem při $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, řešila se výhoda a uplatnění chladicího zařízení, přesněji chladicí hubice, při léčebných zákrocích. Při aplikování dusíku na poškozenou tkáň se dusík vypařuje do okolí (oxiduje). Má stálou teplotu a není jej možné regulovat. Musí se složitě skladovat v dewarových nádobách, kde dusík vydrží pouze čtrnáct dní.

Zařízení s chladicím hrotovým prvkem sice není schopné dosáhnout až tak nízkých teplot, ale funguje na bázi elektrické, tudíž by mohlo být přínosem pro medicínu.

Časový průběh chlazené plochy se provádí v rozmezí desítek sekund až po několik minut, a také se odvíjí podle rozsahu onemocnění (infekce, pigmentu, znamínek, ekzému...atd.).

Po konzultaci jsem došel k závěru, že chladicí zařízení je možné využít také v oční oblasti onemocnění, zejména díky regulaci teploty, neboť oči jsou velice citlivý orgán a léčba dusíkem zde není příliš vhodná.

Byl jsem také odkázaný na rehabilitační oddělení, ale zde jsou přínosnější spíše chlazení s větší plochou dotyku, než lokální(bodové).

2.4. Zhodnocení řešerše

V dnešní době se pro povrchové kryogenní chlazení (zmražení) živé tkáně využívá řada metod.

Nejlevnější způsob chlazení využívá chladicí bandáže naplněné chladivým gelem, nebo chladivým sprejem naplněným syntetickým ledem. Výhody těchto přípravků spočívá v jednoduchosti a použití za téměř jakýkoliv podmínek. Jedná se o nejlevnější metody chlazení i způsoby přepravy a skladování.

Studená komprese chlazení se využívá nejčastěji ve sportovní oblasti pro rychlé a levné zmražení. Zařízení využívá cirkulaci ledové vody, avšak nelze použít na konkrétní místo menších rozměrů.

Z dosavadního stavu techniky jsou nejčastěji používané zařízení pracující metodou zmražení kapalným dusíkem pro destrukci nežádoucí tkáně. Jedná se o nejlevnější a nejrychlejší metodu zmražení.

Kryosprej je neelektrický přístroj, který slouží k odstranění menších kožních nádorů. Využívá lokálního zmražení proudem kapalného dusíku.

Kryokauter je kryochirurgický nástroj sloužící k rychlému zchlazení (destrukci) tkáně na teplotu -89°C . Využívá řadu vyměnitelných nástrojů a sprejových trysek pro potřeby zákroků.

Kryochirurgický operační systém představuje nejdražší metodu zmražení tkáně. Je plně automatický, neboť se automaticky nastavuje pro vhodné provedení zákroku. Jedinou prací je sešlapování pedálu pro mražení.

3. Konstrukční návrh

3.1. Upřesnění zadání

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

3.2. Specifikace požadavku na chladič hubici

Tab 1. Požadavkový list [11]

Požadavkový list		
Specifikace požadavků	Podmínka	Přání
1. FUNKCE, ÚČINKY		
Schopnost "lokálního chlazení poškozené tkáně	X	
Vytvoření chladičového účinku pomocí Peltiérova článku	X	
Schopnost odvést teplo z Peltiérova článku	X	
Umístění všech potřebných komponentů	X	
Peltiérův článek (Kaskáda)	X	
Teplotní snímač	X	
Chladič blok	X	
Odvedení teploty z teplé strany Peltiérova článku H ₂ O		X
Umístění konektoru k připojení k elektrickému zdroji a vodní nádrži (řídícího boxu)	X	
Regulování teploty při celém pracovním zákroku v rozmezí 0 až -90 °C	X	
Překonání tepelného výkonu poškozené tkáně	X	

Jednoduchá výroba jednotlivých dílů	X	
Jednoduchá montáž chladicího zařízení	X	
Rychlé zapnutí/vypnutí		X
Vysoká účinnost zařízení		X
2. FUNKČNÍ PARAMETRY		
Maximální výkon 50 W		X
Uvedení zařízení k aplikaci procesu do 2 minut	X	
Maximální hmotnost 200 g pro snadnou manipulaci	X	
Požadavek na minimální rozměry chladicí hubice 20x100 (mm)	X	
3. PROVOZNÍ VLASTNOSTI		
Odolnost proti nízkým teplotám -100 C	X	
Maximální spotřeba zařízení 50 W/h	X	
Dlouhá životnost (5 let)		
Odolnost proti hrubému zacházení		X
Minimální nároky na údržbu (Snadná výměna jednotlivých dílů)	X	
Odolnost proti korozním a desinfekčním prostředkům	X	
4. ERGONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VLASTNOSTI		
Snadná manipulace se zařízením	X	

Mobilní zařízení (Snadno přenosné zařízení)		X
Monitorování aktuální teploty zařízení pro správnou regulaci teploty	X	
Bezpečné zacházení (zaoblené hrany, přídatný stojan na chladič hubice)	X	
5. VZHLEDOVÉ VLASTNOSTI		
Jednoduchý tvar zařízení (vzhled chladič hubice připomínající propisku)		X
Světlé barvy zařízení z důvodu provozu v léčebné oblasti (bílá, stříbrná, šedá, zelená, modrá)	X	
Povrchová úprava (hladký povrch)	X	
Kombinace kovu a plastu (leštěné materiály)		X
6. DISTRIBUČNÍ VLASTNOSTI		
Při balení zařízení je nutno dbát zvýšené opatrnosti z důvodu křehkosti zařízení (balení do ochranné fólie)	X	
V každém balení musí obsahovat jednoduchou uživatelskou příručku pro snadné zacházení se zařízením	X	
Při přepravě zacházet se zařízením jako s křehkým materiálem	X	
Snadné uskladnění zařízení (maximální rozměr krabice (500x500) mm)		X
7. VHODNOST PRO RYCHLÉ DODÁNÍ		
Lhůta pro dodání náhradních dílů maximálně 3 dny z důvodu potřeby v nemocnici, ambulanci	X	
Jednoduchá montáž zařízení	X	
8. RESPEKTOVÁNÍ ZÁKONŮ, PŘEDPISŮ A NOREM		
Neporušení patentových práv	X	
	X	

Norma pro stanovení odolnosti materiálu proti sterilizaci, korozi a vystavení vlivu tepla, chladu podle ČSN EN ISO 13402.		
Normy z oblasti bezpečnosti a funkčnosti pro Zdravotnické elektrické přístroje podle ČSN EN 60601-1-12 (Požadavek na základní bezpečnost a funkčnost).	X	
Vyhláška č. 306/2012 Sb., o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče.	X	
9. VHODNOST PRO VÝROBU		
Kusová výroba	X	
Sestavení zařízení z jednotlivých součástí		X
Jednoduchá montáž zařízení	X	
10. EKONOMICKÉ VLASTNOSTI		
Výrobní náklady do 20 000 Kč		X
Provoz zařízení max. 0,5 Kč/h (Průměrná cena v ČR 3,30 Kč kWh)	X	
Maximální cena zařízení 50 000 Kč	X	
11 VHODNOST PRO LIKVIDACI		
Použití recyklovaných materiálů (Kovy, Plasty)	X	
Snadná demontovatelnost (jednoduché rozložení zařízení)	X	
12. KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI		
Pevnost a tuhost použitých materiálů	X	

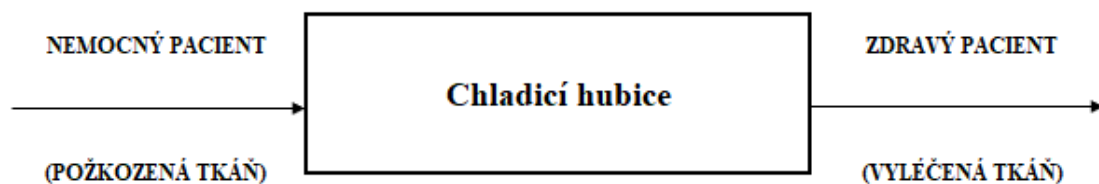
Vysoká tepelná vodivost materiálu chladicího hrotu (minimálně 400 [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹] při 0 °C)	X	
Materiál odolný proti korozi	X	
Materiál chladicího hrotu odolný proti bakteriím, čistícím přípravkům	X	
Odolnost proti vysokým změnám teplot (30 až -100 °C)	X	
Tvar chladicí hubice uzpůsobený proti lokálnímu chlazení (tenký hrot do tvaru špičky)	X	
Tvar chladicí hubice přizpůsobený pro správné držení zařízení a jednoduchou aplikaci chladu na poškozenou tkáň	X	

3.3. Kritéria pro hodnocení

Následující kritéria jsem ohodnotil procenty v rozsahu důležitosti při výběru kritérií.

- Chlazení živé tkáně 85%
- Funkčnost...100%
- Snadná manipulace z ohledem na ergonomii... 75%
- Minimální výrobní náklady... 40%
- Jednoduchá výměna nefunkčních dílů...50%
- Snadné skladování...45%

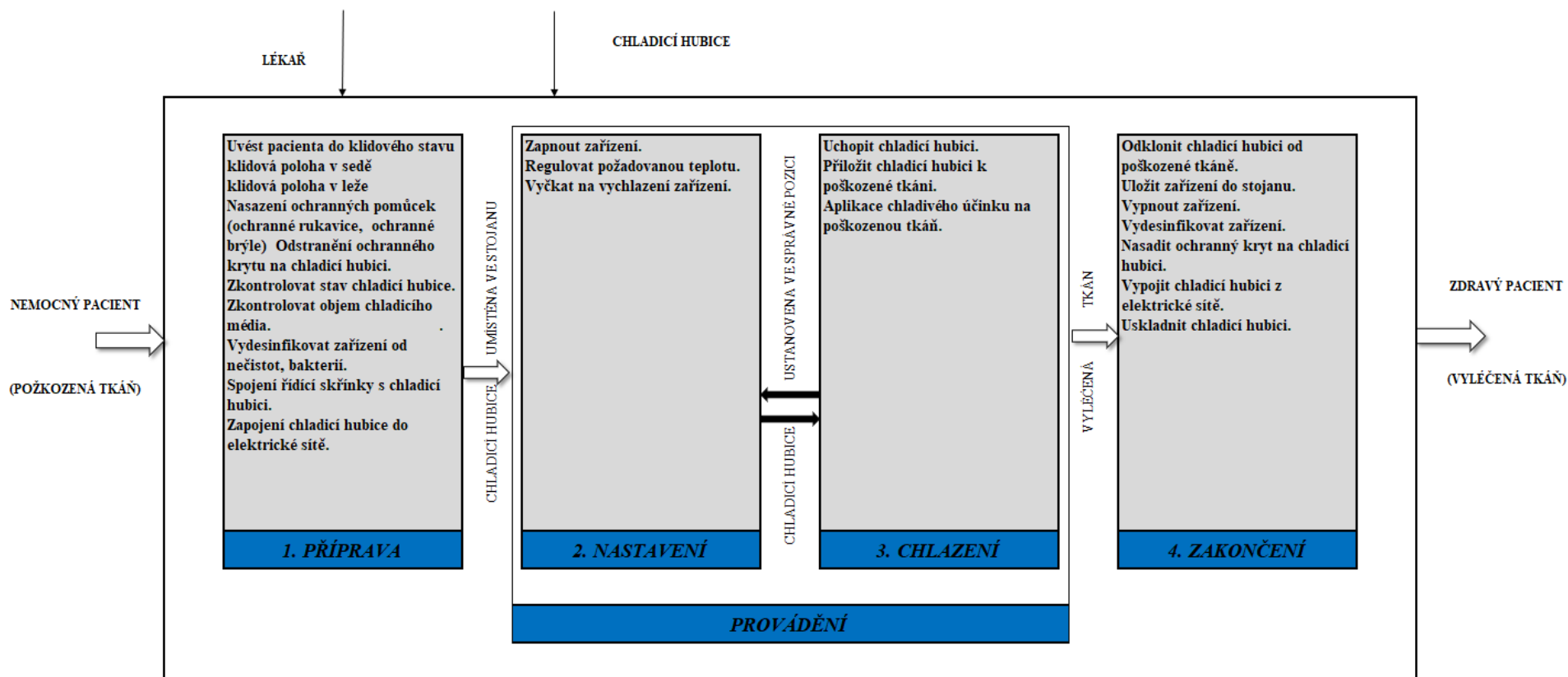
3.4. Transformační proces



Obr 11. Schéma Transformačního procesu [11]

3.5. Technický proces

Schéma technického procesu:



Obr 12. Chladicí hubice – technický proces (blokové schéma) [11]

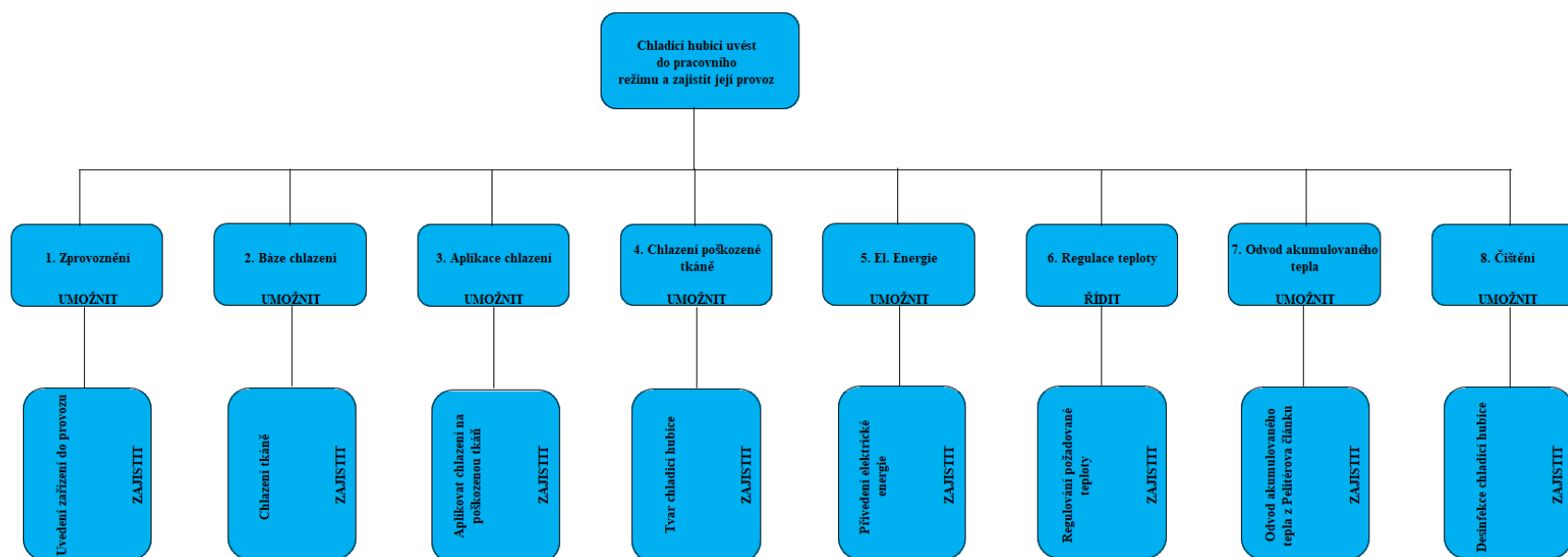
3.6. Funkční struktura

Seznam funkcí technického systému (přípravku) lze specifikovat dle tabulky:

Tabulka 2. Seznam funkcí

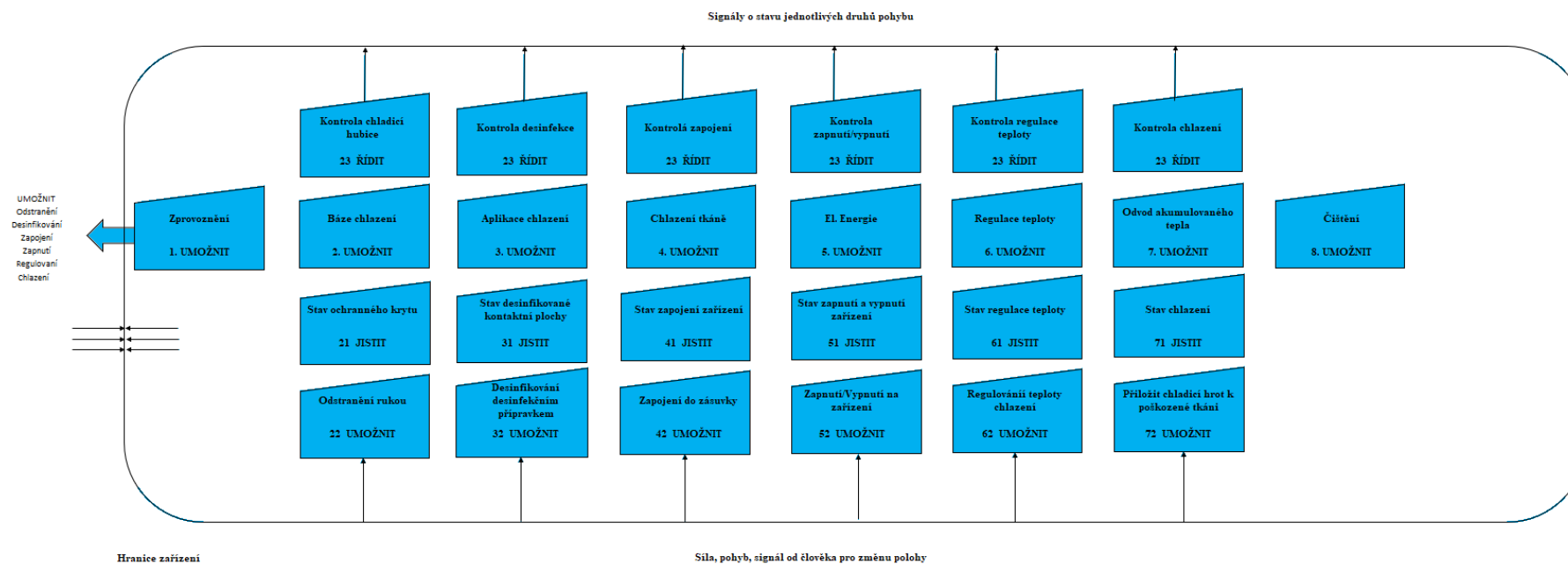
1	Uvedení do provozu zařízení
2	Báze chlazení poškozené tkáně
3	Aplikace chlazení na poškozenou tkáň
4	Chlazení poškozené tkáně
5	Přivedení elektrické energie
6	Regulování teploty
7	Odvod akumulovaného tepla
8	Čištění kontaktních ploch

3.7. Hierarchický funkční strom



Obr 13. Hierarchický funkční strom [11]

3.8. Blokové schéma



Obr 14. Blokové schéma [11]

3.9. Morfologická matice

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

3.10. Vyhodnocení orgánových struktur

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

3.11. Hrubá stavební struktura

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

3.12. Čista stavební struktura

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

4. Konstrukční návrh jednotlivých části chladičí hubice

4.1. Výpočet Chladivého výkonu

4.1.1. Tepelná bilance

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Tabulka 5. Činnost lidského těla [13]

Činnost lidského těla	W	W.m ⁻²	met
Spaní	70	40	0,7
Odpočívání, ležení na posteli	80	46	0,8
Sezení, odpočívání	100	58	1
Stání, práce v sedě	120	70	1,2
Velmi lehká práce (vaření)	160	93	1,6
Lehká práce (domácí práce)	200	116	2
Středně těžká práce (tanec)	300	175	3
Těžká práce (tenis)	600	350	6
Velmi těžká práce (horník)	700	410	7

4.2. Návrh jednotlivých dílů chladicí hubice

. Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

4.2.1. Návrh vodního chladicího Peltiérova článku

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

4.3. Tepelná simulace

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

5. Závěr

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

6. Poděkování

Na závěr bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Zdeňku Nogovi, CSc., za skvělé vedení prací, jeho rady a hlavně čas.

7. Použitá literatura

- [1] Rehabilitace Budějovická, s.r.o., [online] Praha 4 2014 [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://kryo-terapie.cz/kryoterapie/>
- [2] BENU Česká republika a.s., [online] Praha 1 [cit, 20.05.2019] dostupné z https://www.benu.cz/gelovy-studený-teplý-obkl-mediflex-duo-11x26cm-vol?aw=1&gclid=CjwKCAjw_YPnBRBREiwAIP6TJ3BQgGye7wm0UcYl1Paj479nHiAQfzcZpNugHidGU8P9-0Mvr5RM0xoC1LAQAvD_BwE
- [3] SANOMED, spol. s.r.o. Brno-Královo pole [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://www.sanomed.cz/e-shop/rehabilitacni-pomucky/terapie-chladem/game>
- [4] HotAir.cz, Ostrava [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z https://www.hotair.cz/detail/chemie/k-cisteni/mrazici-sprej-freeze-65-150ml-nevodivy-65-c.html?gmc&gclid=CjwKCAjw_YPnBRBREiwAIP6TJ9TTBZ7k4zaFxGTN0_Erf4f_v6995q8xRVh9fAyGaW-BLSR2-FL8XhoCNaYQAvD_BwE
- [5] CK SUNFLOWERS agency s.r.o. Bardejov, SK [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <http://www.sunflowers-agency.cz/procedury/skotske-striky.php>
- [6] MUDr. Lenka Kunčarová, Kožní ambulance, Kroměříž 2019 [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <http://www.kozni-kromeriz.cz/dusik.html>
- [7] BORGIS a.s. Praha, Vinohrady [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://www.novinky.cz/zena/zdravi/227316-bradavice-nejefektivneji-znici-dusik-tvrdi-dermatologove.html>
- [8] KRÁSNÝ – zdravotnická technika s.r.o., Plzeň [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://www.szo.cz/cs/>
- [9] KRÁSNÝ – zdravotnická technika s.r.o., Plzeň [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://www.szo.cz/cs/>

- [10] KRÁSNÝ – zdravotnická technika s.r.o., Plzeň [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://www.szo.cz/cs/>
- [11] Hubka, V.: Konstrukční nauka, z “Engineering Design” (Zürich: Heurista, 1992) přel. Hosnedl, S. 2. přeprac. a dopl. vyd. Zürich: Heurista, 1995. 118 s. ISBN 80-90 1135-0-8
- [12] VŠB-TUO, Katedra obrábění a montáže [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/EMO_kapitola_03.pdf
- [13] Topinfo s.r.o., Praha 6 [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [14] Wikipedie [2019] [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Prandtl%C3%ADslo>
- [15] Wikipedie [2019] [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Reynoldsovo%C3%ADslo>
- [16] Beijing Huimao Cooling Equipment Co., Ltd. China [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <http://www.huimao.com/product/showproduct.php?id=27&lang=en>
- [17] Thermonamic Electronics (Jiangxi) Corp., Ltd. China [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z http://www.thermonamic.com/pro_view.asp?id=804
- [18] Košvanec J, Lázně Bělohrad [online] [cit, 20.05.2019] dostupné z <http://www.aquacool.cz/asusz7sws.php>